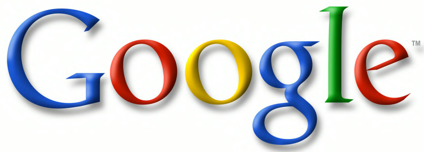


drique. Il est resté 6,6 c.c. de gaz, qui traités par la potasse caustique ont donné :

Acide carbonique	1,6 c.c.
Azote.	5, c.c.

à la température de 20° C. et à la pression de 0m,74.

Ce qui donne pour 1000 grammes d'eau :

Acide carbonique	8,04 c.c.	= 0,0160	grammes.
Azote.	25,16 »	= 0,0320	»

Une légère quantité d'acide carbonique provenant des bicarbonates se trouve probablement mêlée avec celui qui était libre.

L'acide sulfhydrique déterminé par un autre procédé en même temps que les principes sulfurés, est trouvé égal à 4,64 c.c. = 0,0071 grammes.

Acide carbonique. 1° Si on porte à l'ébullition une certaine quantité d'eau et qu'on reçoive les gaz dans de l'eau de chaux, il se forme un précipité de carbonate de chaux.

180 grammes d'eau ont donné pour 1000 :

Carbonate de chaux	0,1250
Acide carbonique .	0,0546

2° L'eau privée par l'ébullition de l'acide carbonique, qui peut se dégager à la température de 100° C., étant mêlée avec du chlorure de barium, donne un précipité formé de sulfate et de carbonate de baryte, qui permet de déterminer l'acide sulfurique et l'acide carbonique combinés.

En opérant ainsi sur 1200 d'eau et calculant les résultats pour 1000, on trouve après la précipitation :

Sulfate et carbonate } de baryte 0,3441.

Ce qui donne :

Acide sulfurique	0,0441
Acide carbonique	0,0480

Comme vérification, on trouve pour les sels de baryte correspondant à ces quantités :

Sulfate de baryte. .	0,1283
Carbonate de baryte	0,2142
Total. . .	0,3425

3° Les nombres précédents donnent pour l'acide carbonique, total : 0,1026.

On arrive à un résultat très-rapproché et confirmatif de celui-là, lorsqu'on agite une certaine quantité d'eau avec une solution de baryte caustique : on précipite à la fois l'acide carbonique libre et celui qui existe combiné. Comme dans le cas précédent, on sépare par l'acide muriatique la baryte qui était devenue carbonatée.

Acide sulfurique. La détermination de l'acide sulfurique, faite dans la même opération que celle de l'acide carbonique, a donné pour 1000 :

Acide sulfurique . . 0,0441

Soufre. 1° A la source même, 1170 d'eau ont été enfermés dans un flacon et mêlés avec un excès de nitrate d'argent. Le dépôt formé, traité par l'ammoniaque, pesait 0,0826.

Ce qui, pour 1000 d'eau, représente :

Sulfure d'argent	0,0706
Soufre	0,0091.

Un second essai fait sur 780 gr. d'eau donne :

Soufre. . .	0,0088
En moyenne, Soufre. . .	0,0090

2° En remplissant exactement un flacon avec de l'eau et ajoutant de la poudre d'argent, on finit, avec l'agitation prolongée, par rendre le liquide tout à fait inodore ; si on le mêle alors avec du nitrate d'argent, on précipite le soufre

existant à l'état de sulfure. Dans un cas, 830 gr. d'eau ont donné pour 1000 :

Sulfure d'argent 0,0180
Soufre 0,0023

Dans un second cas, avec 925 gr., on a obtenu :

Soufre . . . . . 0,0021.

3° On obtient par différence 0,0067 pour le soufre existant à l'état d'acide sulfhydrique libre, représentant acide sulfhydrique, 0,0071 = 4,64 c. c., comme on le voit dans l'estimation des gaz.

J'ai employé le sulfhydromètre de Mr. Dupasquier pour faire un grand nombre d'essais sur l'eau de la Caille. Les résultats que j'ai obtenus ont été très- rapprochés les uns des autres, mais ils diffèrent trop des résultats donnés par le nitrate d'argent pour que je puisse les admettre et les annoncer sans faire une étude approfondie du mode d'action de la teinture d'iode.

Chlore. Le chlore a été déterminé en précipitant par l'acide nitrique le chlorure d'argent dissous par l'ammoniaque pendant l'estimation du soufre. Dans les deux cas, le résultat a été très-exactement :

Chlorure d'argent. 0,0120
Chlore 0,0030

Silice. 8240 grammes d'eau évaporés à siccité ont donné : Silice 0,1540
ou pour 1000,

Silice. . . . 0,0187

Alumine. Le liquide provenant de la détermination de la silice a été mêlé, dans un flacon fermé, avec un excès d'ammoniaque. On a obtenu :

Alumine . . . 0,0027

Chaux. Le liquide précédent donne la chaux à l'état de carbonate par précipitation à l'aide d'oxalate d'ammoniaque. On obtient :

Chaux. . . 0,0660

Un second essai fait sur 878 gr. d'eau non évaporée a fourni :

Chaux. . . . 0,0700

En moyenne, Chaux = 0,0680.

Magnésie. 1° Le premier liquide privé de chaux, évaporé avec un excès de carbonate de soude et fortement chauffé, laisse un résidu de carbonate de magnésie par le traitement avec l'eau distillée. Si à la magnésie obtenue de cette manière on ajoute celle que donne une addition de phosphate de soude et d'ammoniaque dans le liquide, on obtient :

Magnésie. . . 0,0340.

2° Les 878 gr. d'eau, séparés de la chaux, sont évaporés à siccité et traités par l'acide sulfurique; ils donnent un mélange, formé de Sulfate de magnésie,
— de potasse,
— de soude,

qui sert à estimer les trois bases qui y sont contenues.

A l'aide de l'acétate de baryte, on sépare la magnésie qu'on estime à l'état de sulfate; on obtient :

Magnésie. . . 0,0300.

Potasse. Le mélange contenant la potasse et la soude, étant converti en chlorures et traité par le chlorure de platine, donne par évaporation un précipité à l'aide duquel on trouve :

Potasse. . . . 0,0020.

Soude. L'alcool qui a servi à laver le précipité de chlorure de platine et de potassium est évaporé ; on calcine, puis en reprenant par l'eau et évaporant, on obtient :

Soude . . . . 0,0290.

Glairine. Contre les parois du canal qui conduit l'eau, on trouve la glairine attachée, sous forme de flocons blanchâtres

ayant l'aspect albumineux. Cette substance se retrouve en moindre quantité dans le fond du réservoir, déposée contre les rochers et les pierres, ainsi que sur les feuilles et sur les branches qui sont tombées des buissons voisins. Mais la plus grande partie existe adhérente au roc à la surface de l'eau.

En recevant de l'eau dans un vase de verre, on voit peu à peu se déposer quelques petits flocons d'apparence écailleuse, transparents et difficiles à apercevoir.

La glairine est un peu soluble dans l'eau; en effet, en évaporant à siccité de grandes quantités de l'eau de la source, on obtient un résidu qui, par la calcination, devient noir, en répandant, au premier moment, une odeur animale assez faible, semblable à celle des os brûlés. Le charbon est consumé lentement mais il finit par disparaître.

Les glaires lavées et conservées dans de l'eau distillée donnent une odeur analogue à celle qu'on retrouve dans les plantes de marais, à demi putréfiées. Si on les laisse peu à peu sécher, la même odeur devient plus forte.

Cette substance desséchée à 100° C. brûle en donnant une flamme bleue et en répandant l'odeur d'acide sulfureux; il reste ensuite un charbon volumineux, difficile à réduire en cendres, et qui dégage une faible odeur, analogue à celle que j'ai déjà signalée. Les cendres offrent une réaction légèrement alcaline.

Quand on agite la glairine avec de l'alcool absolu, celui-ci dissout du soufre assez pour que l'eau rende laiteux le liquide. Par l'évaporation et la calcination on trouve qu'il y a aussi dissolution d'une petite partie de la substance organique.

L'éther agit de la même manière que l'alcool, en dissolvant le soufre et une faible quantité de glairine. Après l'agitation de cette matière avec l'éther on voit, nageant dans le liquide, une infinité d'aiguilles brillantes qui ont jusqu'à une demi-ligne de longueur, et qui sont d'une telle ténuité qu'on ne les voit qu'à l'aide de la loupe ou bien à l'œil nu, en les éclai-

rant directement par les rayons solaires. Je ne puis pas croire que ces aiguilles soient autre chose que des cristaux de soufre, car par un contact prolongé avec l'éther elles finissent par se dissoudre. Par l'évaporation du liquide on obtient une quantité notable de soufre. Il se forme par l'action de l'air sur l'acide sulfhydrique et sur le sulfure dissous, on peut au moins le croire; en effet, lorsqu'on regarde la surface de l'eau dans l'endroit où les bulles arrivent et de manière que les rayons directs du soleil l'éclairent, on voit se former une légère pellicule irisée qui est entraînée par le courant.

La solution éthérée traitée par le chlore développe l'odeur de bitume.

Si on emploie une proportion suffisante d'éther, on finit par enlever tout le soufre à la glairine; il reste alors une substance qui brûle sans flamme et qui répand une odeur animale semblable à celle des os brûlés. La cendre bleuit le papier rouge de tournesol. La glairine, privée de soufre, offre l'aspect d'un lichen formé de filaments entrecroisés; plongée dans l'eau, elle ne reprend plus l'aspect gélatineux.

A l'état primitif la glairine paraîtrait formée :

1° D'une substance fibreuse insoluble.

2° D'une matière gélatiniforme peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, mais soluble dans l'éther.

3° De soufre probablement cristallisé qui se trouverait à l'état de mélange accidentel.

Mon ami, Mr. le Dr Lebert est arrivé à un résultat très-analogue par l'observation microscopique.

Voici ce qu'il m'écrit à ce sujet :

« Les substances qui se trouvent dans la matière organique des eaux de la Caille sont :

1° « Des fils confervoïdes auxquels j'ai donné le nom de Thermatoseira, genre dont j'ai découvert plusieurs espèces et que j'ai trouvé jusqu'à présent dans toutes les eaux sulfureuses et même dans d'autres eaux minérales lorsqu'il s'y fait accidentellement

un dégagement d'hydrogène sulfuré. Ce sont des fils d'un blanc grisâtre de $0^{mm},0025$ à $0^{mm},0075$ d'épaisseur, contenant dans leur intérieur des grains d'un brun noirâtre se rapprochant de la forme sphérique, unis ensemble sous forme de chapelets, mais montrant entre eux des espaces incolores, égaux au diamètre de ces globules, ou bien deux et même trois fois aussi grands qu'eux. Dans quelques fils toute l'extrémité reste hyaline et incolore, ne contenant point de globules. Les fils sont simples ou réunis en verticilles, mais ils ne partent point d'un point central, quoique très-rapprochés les uns des autres. Leur nombre varie de 5 à 50 et plus.

« 2° Il y a encore dans l'eau une matière glaireuse d'un blanc jaunâtre qui offre sous le microscope l'aspect d'une membrane hyaline contenant des grains très-fins. A la surface de ces membranes se trouvent des fragments non adhérents d'une substance minérale. Par places on voit de petits cristaux en forme d'aiguilles. Ces pellicules sont en partie entrelacées avec les fils décrits plus haut.

« Ainsi en résumé, ce dépôt est formé :

« 1° De pellicules amorphes.

« 2° De fils végétaux provenant d'algues simples ou verticillés.

« 3° De fragments minéraux soit amorphes, soit cristallisés. »

Les déterminations que j'ai faites de la glairine dissoute dans l'eau, offrent des résultats trop variés pour que je puisse donner, autrement que comme une quantité approximative, le nombre 0,0440 pour 1000 d'eau.

Je n'ai pu me placer toujours exactement dans les mêmes circonstances pour puiser l'eau, ce qui est peut-être la cause de ces variations.

Les autres substances qui se trouvent plus ou moins rarement dans les eaux minérales ont toutes été recherchées sans succès.

On a en résumé pour 1000 d'eau :

Gaz.	Acide carbonique. .	0,0160	= 8,04 c.c.
	Acide sulfhydrique.	0,0071	= 4,64
	Azote	0,0320	= 25,16
Substances fixes :			
Acides.	Acide carbonique .	0,0969	
	Acide sulfurique . .	0,0440	
	Silice.	0,0187	
	Chlore	0,0030	
	Soufre	0,0023	
Bases.	Alumine	0,0028	
	Chaux	0,0680	
	Magnésie	0,0300	
	Soude	0,0290	
	Potasse.	0,0020	
Substance organ.	Glairine.	Quantité indéterminée.	
	Total approximatif.	0,3518	

Examen du dépôt. — Le dépôt qui se trouve au fond du réservoir de la source est formé :

pour la plus grande partie	de débris de feuilles,
	de sable
et	de carbonate de chaux ;
d'une très-faible portion	de carbonate de magnésie,
	de silicate de magnésie,
	de silicate d'alumine,
	de sulfate de chaux,
	de sulfure de fer,
de traces.	de sulfure de manganèse.
On trouve encore	de la glairine
mêlée avec.	du soufre,

et enfin, par l'éther, on extrait une substance bitumineuse en assez grande quantité pour être bien reconnue.

Nature des sels. — Je ne pense pas qu'avec nos connaissances actuelles en chimie analytique, il soit inutile de faire des expériences pour déterminer à quel état de combinaison se trouvent les acides et les bases existant en solution dans les eaux minérales.

Il est vrai qu'après les essais, il reste encore beaucoup de cas dans lesquels le chimiste admet la présence de certains sels, d'une manière plus ou moins arbitraire; mais encore, par cette marche, doit-on commettre moins d'erreurs qu'en ne faisant aucune expérience.

En partant du principe seul que les acides les plus forts sont combinés aux bases les plus fortes, on exclut souvent d'avance des sels qu'on peut cependant retrouver par l'analyse, ainsi les carbonates alcalins; ou bien pour remédier à cette erreur, on admet des combinaisons tout à fait arbitraires comme par exemple, du sulfate de soude,
du sulfate de chaux,
du chlorure de sodium
et du carbonate de chaux,

existant ensemble et en présence d'autres combinaisons qui renferment entre elles les mêmes bases et les mêmes acides que ces quatre sels.

L'eau de la Caille, exposée à l'air pendant quelques heures, ne dégage plus de gaz; essayée par le papier de tournesol, elle donne promptement une réaction alcaline. Ramenée par l'évaporation au bain-marie à $\frac{1}{250}$ de son poids, il se forme un dépôt et le liquide surnageant a une action alcaline instantanée sur les papiers réactifs; de plus la saveur en est forte et exactement celle du carbonate de soude. Un litre et demi d'eau ayant été agité avec cinq fois son poids d'alcool à 92 pour 100, le mélange est devenu légèrement opalin; après huit jours, j'avais un dépôt formé surtout de carbonate de soude. D'après ces expériences, on peut conclure que la soude existe en grande partie à l'état de carbonate, ainsi que la potasse.

Ordinairement l'alumine se trouve, dans les eaux minérales, à l'état de silicate; je suis cependant obligé d'admettre, malgré l'excès de silice, que l'alumine entre dans une combinaison plus soluble que le silicate. En effet, après la précipitation obtenue par le mélange de l'eau avec l'alcool, on trouve dans le dépôt environ la moitié de l'alumine combinée à la silice et, dans le liquide, l'autre partie sous forme de sulfate et sans la présence de silice.

La silice non combinée à l'alumine existe probablement à l'état de silicate de magnésie, comme dans le dépôt qui se trouve dans le réservoir.

Lorsqu'on fait bouillir et évaporer l'eau, il se forme à sa surface une légère pellicule, qui est composée d'abord uniquement de carbonate de chaux, mais qui bientôt se trouve mêlée d'une très-faible proportion de carbonate de magnésie; ce qui permet d'admettre que le carbonate de chaux existe dans l'eau, dissous par l'acide carbonique libre; d'ailleurs, ce sel forme une grande partie du dépôt du réservoir.

Si de l'acide carbonique combiné total, on retranche celui qui est uni avec la chaux, la soude et la potasse, on voit qu'il n'en reste plus que pour saturer une faible portion de la magnésie. D'ailleurs, dans le dépôt qui existe à la source et dans celui qui est formé par l'alcool, on ne retrouve le carbonate de magnésie qu'en bien petite quantité.

Rien ne prouve positivement que le soufre combiné soit à l'état de sulfure de calcium ou de sulfure de sodium, mais l'analogie des eaux de la Caille avec celles de Chamounix me ferait admettre le sulfure de calcium. En traitant l'eau par l'alcool et faisant évaporer le liquide surnageant le précipité, on n'obtient point de sulfite de chaux, il est vrai, mais bien une faible quantité de sulfate de chaux, qui provient probablement du sulfure de calcium. D'autre part, on trouve que la proportion de sulfate de chaux, dissoute dans l'eau, est faible, tandis que celle du sulfate de soude est nulle.

A l'aide de ces considérations, on obtient :

		Sur 1000 grammes d'eau.	
Gaz.	Acide carbonique. . . .	0,0160 =	8,04 c.c.
	Acide sulfhydrique. . .	0,0071 =	4,64
	Azote.	0,0320 =	25,16
Substances fixes.			
	Bicarbonate de potasse .	0,0039	
	Bicarbonate de soude. .	0,0636	
	Bicarbonate de magnésie.	0,0188	
	Carbonate de chaux . .	0,1040	
	Sulfure de calcium . . .	0,0052	
	Chlorure de sodium . .	0,0050	
	Sulfate de chaux. . . .	0,0120	
	Sulfate de magnésie . .	0,0512	
	Sulfate d'alumine. . . .	0,0046	
	Silicate d'alumine . . .	0,0052	
	Silicate de magnésie . .	0,0215	
	Glairine.	Quantité	indéterminée.
	Total approximatif . . .	0,3501	

Pesanteur spécifique. — Les essais faits pour obtenir la pesanteur spécifique n'ont accusé aucune différence entre l'eau de la Caille et l'eau distillée.

Si de la somme des substances trouvées dans 1000 d'eau on retranche les parties qui doivent disparaître par la calcination, c'est-à-dire :

Les gaz libres,

L'acide carbonique qui convertit les carbonates alcalins en bicarbonates,

L'acide carbonique combiné à la magnésie

et La glairine,

on arrive au nombre 0,2637 pour les substances fixes.

On trouve, en effet, par l'expérience, que 2500 gr. d'eau, évaporés à siccité, donnent, après la calcination, un résidu égal à 0,678 gr. ou 0,2715 pour 1000.

Un second essai, fait sur 8240 d'eau, donne 2,1450 ou 0,2603 pour 1000 d'eau, ou en moyenne, 0,2659.

Seconde source.

Quelques essais entrepris sur la seconde source, m'ont montré qu'elle était semblable à la première. La température en est la même, ainsi que la quantité de soufre et celle d'acide sulfhydrique.



Beobachtungen

über die

electrischen Wirkungen

des

Zitter-Wales.

Von

Chr. Fr. Schönbein.

Basel,

Druck und Verlag der Schweighauser'schen Buchhandlung.

1841.

Schon den Alten war ein wunderlich gestalteter Fisch bekannt, mit dem unheimlichen Vermögen begabt: Jeden, der ihn berührte, auf die empfindlichste und unangenehmste Weise zu erschüttern. Dieses sonderbare Geschöpf hält sich vorzugsweise an den Gestaden des Mittelmeeres, auch an der atlantischen Küste Frankreichs auf, und verirrt sich bisweilen bis an die Ufer des südwestlichen Englands hin. Im Süßwasser wird es nie angetroffen. Wie man sich dies leicht denken kann, war der ungewöhnliche Fisch in seiner Heimath von jeher Gegenstand der Aufmerksamkeit und Verwunderung der Naturkundigen wie der Laien und herrschten die abentheuerlichsten Vorstellungen über die Art und Weise, wie der Torpedo seine Schläge Menschen und Thieren beibringe. Im Jahre 1678 noch macht Stephano Lorinzini einen großen Aufwand von Scharfsinn, um zu beweisen, daß der Zitterrochen dadurch erschüttere, daß er in die Poren der Haut des ihn berührenden Menschen für einen Augenblick kleine Körperchen einkeile, und die darunter liegenden Muskeln heftig drücke.

Erst etwa hundert Jahre nach dem genannten Italiener fing man an, richtigere Ansichten über die Natur des vom Torpedo besessenen Erschütterungsvermögens zu hegen. Man kannte um diese Zeit bereits die Leidner Flasche und es gehörte nun nicht mehr sehr viel Aufmerksamkeit und Beob-

achtungsgabe dazu, um zwischen den Wirkungen dieses physikalischen Werkzeuges und denen des fraglichen Fisches große Aehnlichkeit zu finden. Der britische Naturforscher Walsh war es, der 1773 zum ersten Male die Behauptung aussprach: daß die Wirksamkeit des Torpedo electrischer Art sey und der vortreffliche Beobachter ermangelte auch nicht, zu Gunsten seiner Ansicht sehr schlagende Gründe beizubringen. Er versicherte sich, daß der Schlag des Fisches durch alle guten Electricitätsleiter: durch Metalle und Wasser durchgeleitet, nicht aber durch isolirende Substanzen: Glas, Harz u. s. w. geführt werden könne. Ueberdieß that Walsh dar, daß Rücken und Bauch des Torpedo in entgegengesetzten electrischen Zuständen sich befinden, gerade so wie dieß der Fall ist mit den Belegen der Leidner Flasche, und beobachtete sogar während einer zweckmäßig veranlaßten Entladung des Fisches einen electrischen Funken.

Wie viel Licht auch die Ergebnisse der Untersuchungen dieses Naturforschers auf das Phänomen warfen, so waren sie doch noch weit entfernt, den Gegenstand zu erschöpfen und das ganze Räthsel der merkwürdigen Erscheinung zu lösen. Ein Vierteljahrhundert mußte wieder vergehen und die Wissenschaft erst mit einer der glänzendsten Entdeckungen, welche je auf dem Gebiete der Physik gemacht worden, bereichert seyn, ehe man weiter zu gehen und die geheimnißvolle Natur der electrischen Fische mehr zu enthüllen vermochte. Volta entdeckte eine neue Electricitätsquelle und kaum war seine wunderbare Säule bekannt geworden, so richtete sich die Aufmerksamkeit der Naturforscher wieder aufs Neue dem Torpedo und andern seither entdeckten

electrischen Fischen zu; denn es konnte jenen nicht entgehen, daß zwischen der Wirksamkeit dieser Geschöpfe und dem Verhalten der von dem großen italienischen Physiker ersonnenen Vorrichtung eine sprechende Aehnlichkeit bestehe.

Vom Anfange unseres Jahrhunderts an bis auf die neuesten Zeiten herauf hat es nicht gefehlt, weder an ausgezeichneten Physikern, welche die electrischen Wirkungen des Torpedo und ähnlicher Geschöpfe erforschten: noch an Anatomen und Physiologen, welche die Gliederungsverhältnisse der fraglichen Fische und die Beziehungen ihrer Nerventhätigkeit zu den electrischen Erscheinungen zu ermitteln suchten. Fahlberg, Humboldt, Gay-Lüssac, Todd, Humphry Davy, John Davy, Linari, Matteuci und Faraday sind diejenigen Männer, welche in den letzten vierzig Jahren am Meisten zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die electrischen Fische beigetragen haben.

Die Anatomen erkannten bald, daß jeder Zitterfisch Organe besitzt, welche zum Hervorrufen der electrischen Wirkungen unentbehrlich sind, und die Physiologen wiesen nach, daß die zu den besagten Organen führenden Nerven ebenfalls eine Hauptrolle bei der Aeußerung der eigenthümlichen Kraft der erwähnten Geschöpfe spielen. Denn nimmt man dem Torpedo die fraglichen Organe weg, so lebt er noch fort, ist aber des Vermögens verlustig, Schläge zu ertheilen; und werden die mit diesen Theilen in Verbindung stehenden Nervenstränge durchschnitten, so verschwindet die electrische Kraft ebenfalls. Humboldt und Gay-Lüssac, welche am Anfange dieses Jahrhunderts mit dem Torpedo eine große Zahl von Versuchen anstellten, vermochten von dem

Fisch nur eine einzige der Electricität zukommende Wirkung zu erhalten, nämlich die Erschütterung des menschlichen Körpers. Humphry Davy, der sich in den zwanziger Jahren am mittelländischen Meere vielfach mit dem gleichen Thiere beschäftigte, erhielt ebenfalls kein ausgedehnteres Ergebniß und war deßhalb geneigt, eine thierische Electricität anzunehmen, der gewöhnlichen zwar ähnlich, aber mit ihr nicht einerlei. Vor einigen Jahren gelang es dem sicilianischen Pater Linari, aus dem Torpedo einen Funken zu ziehen, der aber freilich, weil er nur mit Hülfe einer langen Kupferdrahtspirale erhalten werden konnte, ein inducirter oder Oeffnungsfunken war, ähnlich z. B. demjenigen, den man vermittelst einer Henry'schen Spirale selbst einem winzig kleinen thermoelectrischen Paare zu entlocken vermag. Matteuci gelangte unter denselben Umständen zu dem gleichen Resultate. Wenn nun der fragliche Funken auch nicht unmittelbar vom Fische herrührte, so waltet doch nicht der geringste Zweifel darüber, daß er einzig und allein in der Spirale nur durch die in dem Thiere vorhandene Elektricität hervorgerufen werden konnte.

Bekanntlich erlangt jeder Körper, durch welchen ein electrischer Strom geht, magnetische Eigenschaften. Wie auffallend und kräftig nun auch die vom Torpedo veranlaßten Erschütterungen sind, so wollte es doch lange keinem Physiker gelingen: die Magnetnadel zur Ablenkung dadurch zu bringen, daß man jene in die Nähe eines Drahtgewindes brachte, durch welches man den electrischen Fisch seine Entladung bewerkstelligen ließ. Im Jahre 1833 glückte es endlich John Davy, einen Draht vermittelst des Torpedo zu

magnetisiren, das heißt die Nadel des Galvanometers in Bewegung zu setzen; ja es gelang ihm sogar, durch die electrische Kraft des Thieres Jodkalium und selbst Wasser zu zerlegen. Damit wurden neue Beweise für die Einerleiheit der volta'schen Electricität und der in dem fraglichen Thiere wirksamen Kraft geliefert.

Der Riese unter den bis jetzt bekannt gewordenen electrischen Fischen ist ein unserem Aale gleichendes Wesen, nämlich der Gymnotus electricus (Zitteraal), den man meines Wissens bis jetzt nur in einigen Flüssen Südamerika's angetroffen, und von welchem uns Humboldt in seinen Ansichten der Natur eine so interessante Schilderung gegeben hat.

Die Schläge, welche dieses Wunderthier zu ertheilen im Stande ist, sind von einer solchen Heftigkeit, daß sich die amerikanischen Fischer gewaltig davor in Acht nehmen und selbst Pferde dadurch betäubt und fast zu Tode erschüttert werden. Während meines Aufenthaltes in London im Herbste 1839 bot sich mir die eben so seltene, als einem Physiker höchst willkommene Gelegenheit dar ein lebendes Exemplar des Zitteraales daselbst beobachten und Versuche mit demselben anstellen zu können, welchen günstigen Umstand zu benützen, ich natürlich nicht versäumte. Einige Ergebnisse meiner Beobachtungen darzulegen, ist nun eben Zweck dieser Schrift.

Herr Bradley, der an der Spitze des in England so wohl bekannten populär-wissenschaftlichen Institutes „der Adelheid Gallerie" in London steht, hatte die Güte, mir zu einer Zeit, wo die Anstalt nicht besucht wird, den ihr ange-

hörigen Zitteraal zur Verfügung zu stellen, und ich verwendete einen Abend dazu, um die außerordentlichen Wirkungen dieses Thieres kennen zu lernen, wobei mir die Herren Grove, Everit, Watkins und Bradley hülfreiche Hand zu leisten so gefällig waren.

Der fragliche Gymnotus, etwa vierzig Zolle lang, wird in einem kreisförmigen Becken gehalten, dessen Durchmesser nicht viel größer ist als die Länge des Aales, in welchem indeß dieser doch ziemlich bequem in der Runde umher schwimmen kann. Der Boden des Beckens ist mit Sand bedeckt, das darin befindliche Wasser wird häufig gewechselt und vermittelst der Heitzung des Zimmers auf einer mäßigen und möglichst gleichen Temperatur erhalten. Obgleich der Fisch zur Zeit, als ich ihn sah, schon über ein Jahr in Gefangenschaft war, so schien er doch vollkommen wohl zu seyn und in seinem engen Behälter nichts weniger als unbehaglich sich zu befinden. Eben, als wir in das Zimmer eintraten, beschrieb er in seinem runden Kerker Kreise, und es ließ derselbe durch die Ankunft neugieriger Besucher in seiner gemessenen Bewegung durchaus sich nicht stören noch irgend eine Art von Scheu merken. Der Anblick des grünlich-grauen, mehrere Fuß langen und schlangenartig aussehenden Wesens mit seinem etwas dicken Kopfe und hochliegenden Auge hat etwas Unheimliches, für Manche vielleicht etwas Abschreckendes, zu welchem Eindrucke wohl das Bewußtseyn von dem ungewöhnlichen Vermögen des Fisches Einiges beitragen mag. — Ich wollte zuerst die auffallendste Wirkung, die das Thier hervorbringen kann, die Schläge nämlich, an mir selbst kennen lernen.

Wie es schien, merkte der Aal recht gut, daß wir mit ihm etwas vor hatten, was ihm nicht ganz zusagen möchte; denn als ich mit gestülpten Hemdärmeln und aufgehobenen Armen mich vor das Becken stellte und seiner wartete, um ihn mit beiden Händen gleichzeitig an Kopf und Schwanz zu ergreifen, kehrte er auf einmal um, obwohl er mir schon nahe gekommen war, begab sich an den mir gegenüber liegenden Rand des Wasserbehälters und schwamm, so lange ich meinen Stand hielt, nicht wieder gegen mich. Ich mußte mich etwas vom Beck n entfernen, ein gleichgültiges Aussehen annehmen und einige Zeit warten, ehe das Thier wieder seine kreisförmigen Bewegungen begann. Des rechten Augenblickes nun wahrnehmend stürzte ich gegen das Wasser und packte den Aal kräftig an Vorder- und Hintertheil. Der Schlag, den mir das Thier ertheilte, war von ganz besonderer Heftigkeit, da es schon einige Zeit von seinem Vermögen keinen Gebrauch gemacht hatte; und wie sehr ich mich auch anstrengte, denselben kaltblütig zu empfangen, so scheint es doch, als ob ich unwillkührlich in meinen Mienen und Gesten einige Verwunderung ausgedrückt hätte; denn meine zuschauenden Freunde brachen in demselben Augenblicke, wo ich mit hastiger Eile meine Hände aus dem Wasser zog, in ein starkes Gelächter aus. Indessen war die auf meine Wenigkeit hervorgebrachte Wirkung doch nicht so stark, als auf den als Schriftsteller so bekannten Basil Hall, der, wenige Tage vor mir, den gleichen Versuch anstellend, von dem Gymnotus so heftig getroffen wurde, daß der Kapitän nach erhaltenem Schlage platt auf den Boden fiel. Wahrscheinlich hat zu diesem Ergebniß die

Ueberraschung auch das Ihrige beigetragen, denn keine Gefühlserregung tritt unerwarteter ein, als die durch die Electricität veranlaßte.

Was nun die Stärke des von mir empfundenen Schlages betrifft, so möchte ich sie derjenigen vergleichen, welche eine sehr große, bis zum Maximum geladene Leidner Flasche oder eine aus etwa 200 Paaren zusammengesetzte hydroelectrische Säule zu geben im Stande ist. In Uebereinstimmung mit den Beobachtungen Humboldts und Anderer erhielt ich bei der Berührung des Fisches eigentlich nicht nur einen Schlag, sondern mehrere schnell aufeinander folgende Stöße; was beweist, daß der Gymnotus die Fähigkeit besitzt: entweder den Vorrath seiner electrischen Kräfte nach Belieben und in einzelnen Portionen auf die ihn berührenden Gegenstände zu entladen, oder denselben innerhalb äußerst kleiner Zeitintervallen willkührlich zu erzeugen.

Keiner meiner anwesenden Freunde hatte Lust, einen Schlag für sich allein zu nehmen; sie vereinigten sich aber in eine Kette, der Eine die benetzte Hand des Andern fassend. Indem nun die Aeußersten der so verbundenen Personen mit ihren freien Händen Kopf und Schwanz des Zitteraales berührten, wurden Alle gleichzeitig von mehreren Schlägen durchzuckt, welche auch ziemlich stark fühlbar gewesen seyn müssen, da meine Freunde im Augenblick der Entladung vom Boden aufhüpften und vernehmliche Laute der Verwunderung von sich gaben. Ihrer Beschreibung nach, konnte die von ihnen empfundene Erschütterung nicht viel schwächer als die Meinige gewesen seyn, auch hatten sie

die Lust, zum zweiten Male den Fisch zu berühren, eben so gut verloren, als ich selbst.

In einer kleinen auf einem hölzernen Fuße ruhenden Glasglocke waren zwei schmale Goldblättchen in der Weise aufgehangen: daß sie noch einen merklichen Raum zwischen sich ließen und mit zwei Metallstiften kommunizirten, die, von einander isolirt, über die Glasglocke hervorragten. Setzte man nun auf Kopf und Schwanz des Fisches zwei kupferne Sättel, von denen jeder mit einem mehrere Fuß langen Kupferdraht versehen war, und brachte man die freien Enden dieser Drähte mit den beiden erwähnten Stiften in Berührung, so convergirten die Goldblättchen, brach ein Funken zwischen ihnen aus und verbrannte ein Theil derselben unter Entwickelung des bekannten Lichtes.

Herr Watkins hatte ein äußerst empfindliches Thermo-electrometer, nach Snow Harris Angabe verfertiget, mit sich gebracht; eben aber, als wir den Strom des Fisches durch den feinen Platindraht des Instrumentes leiten wollten, brach Etwas an demselben, so daß es zu weitern Versuchen untauglich wurde. Es war uns daher nicht möglich, auszumitteln, ob der durch einen Draht gehende augenblickliche Strom des Aales eine meßbare Temperatur-Erhöhung zu bewerkstelligen vermag oder nicht.

Die chemische Wirksamkeit unsers Gymnotus mittelten wir mit Hülfe des so leicht zersetzbaren Jodkaliums aus. Ein Stück ungeleimten Papieres mit einer ziemlich konzentrirten Auflösung der eben genannten Verbindung getränkt, brachte ich auf eine geeignete Weise mit dem Kopf- und Schwanztheile des Fisches in leitende Verbindung. In dem

Augenblicke nun, wo zwischen dem Thiere, den Zuleitungsdrähten und dem Electrolyten der Kreis geschlossen wurde, erschien an der Stelle des Papieres, worauf das Ende des vom Kopfe ausgehenden Drahtes stand, ein deutlicher brauner Flecken; welche Thatsache das Vermögen des Fisches, electrische Verbindungen zu zerlegen, auf das Augenscheinlichste darthut, und welche überdieß zeigt, daß der Kopf oder der vordere Theil des Aales hinsichtlich seiner chemischen Wirksamkeit wie der positive Pol einer volta'schen Säule sich verhält. Ich muß hier noch einer von uns bei diesem Versuche beobachteten Erscheinung gedenken, die allen Anwesenden räthselhaft vorkam. In dem Augenblicke nämlich, wo das jodkaliumhaltige Papier und der Fisch in leitende Verbindung kamen, nahmen wir auf jenem ganz deutlich einen Funken wahr. Unter den gleichen Verhältnissen hatte Herr Watkins schon früher dasselbe Phänomen beobachtet und eben so, wie wir gefunden, daß es nicht jedes Mal und eigentlich nur Ausnahmsweise eintritt, wie sehr man sich auch bemühte, den Versuch unter möglichst gleichen Umständen anzustellen. So weit meine eigenen Erfahrungen reichen, erhält man nie einen Funken, weder in dem Augenblick, wo man eine volta'sche Säule vermittelst eines electrolytischen Körpers schließt, noch in demjenigen, wo der letztere aus dem Bereiche des Stromes gebracht wird. Ich wage daher auch nicht, irgend eine Meinung über die Natur und Ursache der in Rede stehenden Erscheinung auszusprechen, eben so wenig, als ich mir zu entscheiden getraue, ob der wahrgenommene Funken beim Oeffnen oder Schließen des Kreises auftrat.

Der Versuch: Wasser durch den Fisch zersetzen zu lassen, wurde nicht ausgeführt, theils aus Mangel an Zeit, theils weil es uns im Augenblick an den zu besagtem Zwecke nothwendigen Vorrichtungen gebrach. In einem auffallenden Grade dürfte jedoch diese Verbindung nicht zerlegt werden; ja, ich bin sogar geneigt zu glauben, daß man in den meisten Fällen, scheinbar wenigstens, ein negatives Resultat erhalten, das heißt keine Wasser- und Sauerstoffgasentwickelung wahrnehmen würde. Nach meinem Ermessen läßt sich aber nichts destoweniger sehr leicht und auf die überzeugendste Weise darthun, daß der Zitteraal das Wasser eben so gut in seine Bestandtheile zu trennen vermag, als irgend einen andern Electrolyten und namentlich als das so leicht zerlegbare Jodkalium. Es ist früher von mir durch zahlreiche Versuche nachgewiesen worden, daß selbst der allerschwächste Strom nicht durch irgend eine electrolytische Flüssigkeit gehen könne, ohne die in letztere eintauchenden Platinelectroden electrisch zu polarisiren und ich habe ebenfalls den thatsächlichen Beweis geliefert, daß der unter diesen Umständen erlangte polare Zustand der Electroden von den an ihnen haftenden Bestandtheilen des Electrolyten, also von einer erfolgten Zersetzung desselben herrühre. Würde man nun zwei Platinstreifen, den Einen mit dem Kopfe, den Andern mit dem Schwanze des Gymnotus auf eine geeignete Art leitend verbinden und besagte Streifen dann in etwas gesäuertes Wasser eintauchen, so bin ich zum Voraus überzeugt, daß der Kopfplatinstreifen negativ, der Andere positiv polarisirt, beide also ein Verhalten zeigen würden, welches eine erfolgte Wasserzersetzung außer allen

Zweifel stellte. Ich habe die Anstellung dieses Versuches meinen wissenschaftlichen Freunden in London empfohlen, weiß aber nicht, ob derselbe seither ausgeführt worden.

Die Untersuchungen des Abends wurden damit geschlossen, daß wir den Fisch durch den Galvanometerdraht sich entladen ließen. Die unter diesen Umständen erhaltene Ablenkung der Magnetnadel betrug 12° und der Sinn, in welchem jene erfolgte war so, als hätte der Kopf des Fisches den positiven Pol, der Schwanz den negativen Pol einer volta'schen Säule repräsentirt. Die erwähnte Abweichung muß als bedeutend angesehen werden, insofern das bei dem Versuch gebrauchte Galvanometer nichts weniger als ein sehr empfindliches Werkzeug war und eine verhältnißmäßig geringe Anzahl von Drahtwindungen hatte.

Indem ich die Beschreibung der von mir mit dem Gymnotus angestellten Versuche beendige, darf ich nicht unterlassen zu bemerken, daß die bei denselben gebrauchten Vorrichtungen von Faraday herrührten, und dieser ausgezeichnete Naturforscher schon vor mir eine Reihe von Versuchen unternommen hatte, welche Ergebnisse, übereinstimmend mit den Meinigen, lieferten und seither auch der königlichen Gesellschaft mitgetheilt wurden. In Betracht des großen wissenschaftlichen Interesses, das sich an den in Rede stehenden Gegenstand knüpft und der Seltenheit, mit der sich dem Physiker die Gelegenheit darbietet, an einem lebenden Zitteraal zu experimentiren, habe ich es nicht für überflüssig erachtet, den schönen Erfahrungen Faraday's auch die Meinigen beizufügen und diese, trotz ihrer Lückenhaftigkeit, öffentlich darzulegen.

Aus den oben mitgetheilten Angaben erhellt nun meines Bedünkens auf das Deutlichste, daß die Kraft, vermöge welcher der Gymnotus dem Menschen Schläge ertheilt, Metalle verbrennt, Funken hervorbringt, chemisch verbundene Elemente von einander abtrennt und in leitenden Körpern Magnetismus erregt, nicht nur die allergrößte Aehnlichkeit hat mit derjenigen, welche in der volta'schen Säule in Wirksamkeit tritt, sondern mit derselben auch völlig einerlei ist. Von einer eigenthümlichen thierischen Electricität, wie sie der berühmte Davy in den Zitterfischen vermuthete, kann demnach nicht weiter die Rede seyn; es wäre denn, daß der leitende Grundsatz der Naturforscher: gleiche Wirkungen setzen einerlei Ursache voraus, keine allgemeine Geltung hätte. Es ist allerdings an und für sich nicht unmöglich, daß die in dem Gymnotus oder Torpedo thätige Kraft, trotz der Uebereinstimmung, die sie mit der gewöhnlichen Electricität (hinsichtlich der bis jetzt beobachteten Wirkungen) zeigt, von dieser verschieden wäre; das heißt, es läßt sich immer noch die Möglichkeit denken, daß das von den Zitterfischen besessene Vermögen in gegebenen uns noch unbekannten Fällen anders wirkte, als dieß die Electricität thun würde. Allein so lange wir keine wesentliche Verschiedenheit in der Thätigkeitsweise beider Kräfte wahrnehmen können, so lange sind wir auch nicht berechtigt, sie für ungleichartig auszugeben. Wenn wir nun aber keinen gegründeten Zweifel mehr darüber hegen dürfen, daß in den erwähnten Geschöpfen dieselbe Kraft thätig ist, aus deren Wirksamkeit die großartigen und herrlichen Phänomene des Gewitters und der Polarlichter hervorgehen und die nicht

minder wundervollen Erscheinungen unserer Electrisirmaschinen und volta'schen Säulen entspringen; so muß dagegen unsere Verwunderung in einem nicht geringen Grade erregt werden, wenn wir genauere Rücksicht nehmen auf die große Verschiedenheit der Umstände, unter welchen dieselbe Reihe von Thätigkeiten hervorgerufen wird.

Welche Dinge können in der That sich auffallender von einander unterscheiden, als ein aus Zink, Kupfer und gesäuertem Wasser zusammengesetzte Vorrichtung von der Organisation eines Torpedo? Welche Unähnlichkeit kann größer seyn, als diejenige, welche zwischen einer Leidner Flasche und dem Gymnotus besteht, und welche Umstände weichen mehr von einander ab, als diejenigen, unter welchen der zerstörende Blitz aus den Wolken zuckt von denen, unter welchen der Zitteraal in seinem flüssigen Elemente die betäubendsten Schläge ertheilt?

Auf der einen Seite treten diese wunderbaren Erscheinungen aus der Wechselwirkung sogenannter todten Stoffe hervor, auf der andern sind sie das Erzeugniß eines belebten, mit vollendeter Kunst gegliederten Organismus.

Es ist wahr, alle Fische mit der Fähigkeit begabt, Electricität zu erregen, besitzen Organe, welche den übrigen Fischgattungen abgehen und deren Entfernung den Verlust dieses Vermögens zur unausbleiblichen Folge hat; auch läßt sich zwischen der Gliederung der electrischen Organe und der Schichtung einer gewöhnlichen volta'schen Säule eine gewisse Aehnlichkeit nicht ganz verkennen. Man hat ferner, in der Absicht, einen allgemeinen physikalischen Grund für die in den Zitterfischen auftretenden electrischen Erscheinungen

anzugeben, auf die Behauptung Volta's hingewiesen, daß durch die Berührung irgend zweier verschiedenen Körper electrische Gegensätze hervorgerufen werden; und es ist zu dem gleichen Behufe aufmerksam gemacht worden auf Säulen, die man aus Muskelfleisch und Nerven oder andern heterogenen organischen Materien baute.

Allein alle diese Thatsachen und Hinweisungen sind meines Erachtens weit entfernt, auch nur eine unbestimmte Aehnlichkeit, geschweige die Einerleiheit der Umstände zu begründen, unter welchen z. B. im Gymnotus und der volta'schen Säule die electrischen Thätigkeiten erregt werden. Daß das den Zitterfischen eigenthümliche Organ nicht für sich allein schon, das heißt, daß es nicht in der qualitativen Beschaffenheit und der mechanischen Anordnung seiner Theile den physischen Grund zur Electricitätserzeugung enthält, scheint mir daraus zu erhellen, daß dasselbe vom Thiere getrennt, keineswegs mehr einer volta'schen Säule gleicht und electrische Wirkungen von nur einigem Belange hervorbringt, auf welche Weise man das fragliche Organ handhaben, unter welche Umstände und Einflüsse man dasselbe versetzen mag. Zu dem gleichen Schlusse führt auch die Thatsache der völligen Unthätigkeit des electrischen Organes, falls die zu demselben führenden Nerven durchschnitten sind, oder das Thier getödtet ist. Die Nerventhätigkeit, worin diese auch immer bestehen mag, muß somit als eben so unerläßlich nothwendig angesehen werden, um electrische Erscheinungen zu veranlassen, als das Organ selbst; es könnte aber nichts desto weniger sehr wohl seyn, daß in letzterem dennoch der alleinige Sitz und die Quelle der Electricität läge. Um eine

solche Möglichkeit begreiflich zu finden, darf man nur annehmen, daß die Electricität erst dann im Organ sich entbände, wenn dessen Theile in eine bestimmte Lage zu einander gebracht würden und sich noch weiter vorstellen, daß eine derartige Anordnung der Theile durch die Thätigkeit der mit ihnen verbundenen und in das Gehirn des Fisches zurücklaufenden Nerven auf irgend eine Weise bewerkstelliget werde. Denken wir uns z. B. eine volta'sche Säule in der Art eingerichtet, daß deren Plattenpaare und Flüssigkeit vermittelst einer mechanischen Vorrichtung nach Belieben, entweder in die für die Erregung der Electricität nothwendige Berührung versetzt, oder aus dieser Lage in eine entgegengesetzte gebracht werden könnten, so würde die Kraft, durch welche man den fraglichen Mechanismus bewegte, offenbar an den Wirkungen der Säule keinen unmittelbaren Theil haben. Eine ähnliche sekundäre Rolle könnte möglicher Weise die Nerventhätigkeit bei der Erzeugung der Electricität im Gymnotus und Torpedo spielen und sie könnte darauf beschränkt seyn, mechanische Bewegungseffekte im electrischen Organ hervorzubringen. Aber nun gänzlich davon abgesehen, daß die Anatomen den Bau des Letztern noch nicht so genau auseinander gelegt und die Physiologen die Funktionen und Bedeutung seiner einzelnen Theile noch nicht so weit erforscht haben, daß wir berechtiget wären, das Vorhandenseyn derartiger Vorrichtungen zu vermuthen, gibt es noch einige andere Gründe, welche mir entschieden gegen die besprochene hypothetische Annahme zu sprechen scheinen.

Wie ich bereits weiter oben im Allgemeinen angedeutet habe, sehe ich zunächst einen solchen Grund in der physika-

lischen und chemischen Beschaffenheit der das electrische Organ konstituirenden Materien. So weit dieselben in der angeführten Beziehung bekannt sind, tragen sie einen solchen indifferenten electromotorischen Karakter, daß, wie dieselben auch angewendet und mit einander verbunden seyn möchten, sie unmöglich für sich allein electrische Wirkungen zu veranlassen im Stande wären, auch nur entfernt vergleichbar mit denjenigen, welche wir lebende Fische mit so vieler Leichtigkeit hervorbringen sehen. Die volta'schen Effekte von einigen Beobachtern dadurch erhalten, daß sie Substanzen ähnlich oder gleich denjenigen, welche die electrischen Organe der Fische bilden, säulenartig mit einander in Verbindung setzten, sind in der That so winzig klein, daß dieselben sowohl in Bezug auf ihre physiologische, als chemische und physikalische Wirksamkeit in gar keinen Betracht kommen können. Ueberdieß sind die meisten Angaben über derartige Electricitätserregungen von einer solchen Beschaffenheit, daß wir uns nicht einmal versichert halten dürfen, letztere seyen auch wirklich aus der Reaktion der mit einander in Berührung gesetzten organischen Materien hervorgegangen. Huldigen wir den Grundsätzen der volta'schen Theorie, wie vermögen wir mit denselben die Thatsache in Einklang zu bringen, daß ein erwachsener Gymnotus im Stande ist, Wirkungen im menschlichen Körper hervorzubringen, größer als diejenigen, die eine hundertpaarige, äußerst kräftige und aus den besten Electromotoren zusammengesetzte Säule zu zeigen vermag? Und welchen triftigen Grund kann derjenige für die fraglichen außerordentlichen Phänomene angeben, welcher in der chemischen Thätig-

keit die Quelle der volta'schen Electricität sieht? Weder das sogenannte Spannungsverhalten der die electrischen Organe zusammensetzenden Materien, noch auch deren chemische Beziehungen zu einander lassen sich, gemäß dem jetzigen Zustande unserer Theorien, als adequate Ursachen der von den Zitterfischen hervorgebrachten Wirkungen ansehen, und deßhalb scheint mir die Annahme, daß das fragliche Organ der einzige physikalische Faktor, die eigentliche Quelle der in den Fischen auftretenden Electricität sey, unzuläßig zu seyn.

Gegen die Richtigkeit der gleichen Annahme dürfte ferner auch die Thatsache sprechen, daß alle Zitterfische (innerhalb gewisser Grenzen) nach Belieben entweder Schläge ertheilen oder dieselben zurückhalten, thätig oder passiv sich verhalten können. Nach Faraday's Beobachtungen z. B. weiß es der Gymnotus recht wohl: ob die ihn berührenden Leiter lebendige oder todte Wesen, z. B. also Menschen oder Kupferstreifen sind, ob seine Schläge empfunden werden oder nicht, und richtet sich das Thier hinsichtlich des Gebrauches, den es von seinem electrischen Vermögen macht, nach den obwaltenden Umständen. Fühlt es sich von menschlichen Händen betastet, so fehlt es selten, dieselben seine Kraft in vollem Maaße fühlen zu lassen, verbindet aber ein Metallbogen seine electrischen Pole, dann entladet es sich wohl auch einige Male durch diese Vorrichtung, hält indessen bald unter solchen Umständen mit seiner Thätigkeit inne. Eben so läßt der Londoner Gymnotus oft geraume Zeit ein Fischlein ruhig neben sich in seinem Becken schwimmen; überfällt ihn aber die Lust, es zu verspeisen, dann krümmt er sich

beinahe zum Kreis, grenzt die von ihm ausersehene Beute in die verhängnißvolle Bucht ein und entladet sich durch die umgrenzte Wassermasse so kräftig, daß das in ihr befindliche Fischchen den Bauch sofort aufwärts kehrt, in welchem betäubten Zustande es dann auch vom Aale verschlungen wird. Erzeugte sich nun die Electricität im Organ auf eine rein physikalische oder chemische, also auf eine von organischer Thätigkeit völlig unabhängige Weise, so ließe sich die Willkührlichkeit, mit welcher der Fisch nicht nur die Entladungen überhaupt bewerkstelliget, sondern auch deren Stärkegrad abändert, wohl kaum begreifen.

Selbst die Ermattung und relative electrische Kraftlosigkeit, die bei den Zitterfischen eintritt, nachdem sie längere Zeit hindurch thätig gewesen, spricht mehr gegen als für die in Rede stehende Ansicht. Meines Wissens hat bis jetzt weder eine anatomische, physiologische noch chemische Untersuchung irgend einen Unterschied wahrnehmen lassen zwischen der Beschaffenheit, welche das electrische Organ vor einer ungewöhnlichen Kraftäußerung und derjenigen, welche es nach eingetretener Erschöpfung des Fisches zeigt; was, sollte man glauben, doch der Fall seyn müßte, wenn die Electricität im Fische durch physikalische oder chemische Ursachen hervorgerufen würde. Nach der Ansicht, welche in der bloßen Berührung zweier verschiedenartiger Materien eine unversiegbare Electricitätsquelle sieht, ist vollends gar nicht einzusehen, warum die Zitterfische sich erschöpfen; denn so lange die Electromotoren der Organe unverändert bleiben, so lange sollten sie ihr Vermögen: sofort nach stattgefundener Entladung wieder in den Zustand der electrischen Span-

nung zu treten, ungeschwächt sich erhalten. Wie aber durch Anstrengung die Lebenskraft in jedem Organismus sich erschöpft, so auch das electrische Vermögen der Zitterfische durch zu häufigen Gebrauch desselben; welche Thatsache auf einen innigen Zusammenhang zwischen den electrischen und vitalen Thätigkeiten dieser Geschöpfe hinzuweisen scheint.

Ein anderer Umstand ist es noch, welcher nach meinem Dafürhalten die größte Aufmerksamkeit der Naturforscher verdient, und der dem so eben besprochenen nicht ganz fremd seyn dürfte. Der Gymnotus gibt im gewöhnlichen, der Torpedo sogar im stark gesalzenen Wasser seine Schläge; da nun diese Flüssigkeit ziemlich gut leitet, so sind hiedurch, dem Anscheine nach, die electrischen Pole der in ihr befindlichen Fische leitend unter einander verbunden, und es sollte somit unter der artigen Umständen der Zustand der eigentlichen Ladung eben so wenig bestehen können, als derselbe fortdauerte, wenn z. B. eine geladene Leidner Flasche in ein Wasserbecken oder eine isolirte volta'sche Säule in eine Salzlösung getaucht würde. Alle mit den fraglichen Geschöpfen bis jetzt angestellten Versuche scheinen aber darzuthun, daß jene inmitten leitungsfähiger Flüssigkeiten sich befinden und darin dennoch isolirt sich erhalten, d. h. nach Belieben sich entladen oder unthätig bleiben können. Oder besitzen etwa die Zitterfische eigene Vorrichtungen, wodurch sie befähiget werden, willkührlich ihren electrischen Apparat in leitende Verbindung mit ihrem flüssigen Medium zu setzen oder von letzterem zu isoliren? Ich habe von dem Vorhandenseyn solcher Verbindungs- und Abschließungswerkzeuge noch nichts vernommen; auch müßten dieselben, falls sie da

wären, von einer höchst wunderbaren Beschaffenheit seyn, da die meisten animalischen Stoffe und namentlich die feuchten Thiermembrane gute Electricitätsleiter sind. Betrachten wir die dem Willen der Zitterfische unterworfene Nerventhätigkeit als diejenige Potenz, welche den ersten und Hauptanstoß zur electrischen Erregung gibt, so vermögen wir, im Allgemeinen wenigstens, zu begreifen, daß die fraglichen Thiere von den besten Leitern, also auch von Salzwasser umgeben, innig berührt und völlig durchdrungen seyn können, ohne deßhalb von demselben entladen zu werden. Die Sache hat, wenn von diesem Gesichtspunkte angesehen, dann eben so wenig etwas Auffallendes an sich, als z. B. die Thatsache, daß ich meinem Arme vermittelst der dem Willen unterworfenen Nerven- und Muskelkraft trotz der abwärts ziehenden Schwere eine horizontale Stellung zu geben im Stande bin.

Zur Vertheidigung der Ansicht, daß vorzugs- wo nicht ausschließlicher Weise in den electrischen Organen der Sitz der electromotorischen Kraft der Zitterfische sich befinde, könnte noch der Umstand geltend gemacht werden, gemäß welchem der von diesen Thieren erzeugte Strom in Beziehung auf gewisse Körpertheile derselben immer eine bestimmte Richtung beobachtet und es keineswegs in der Willkühr der Fische steht, den Strom bald vorwärts, bald rückwärts zu lenken. Sie mögen nach Belieben sich entladen, oder ihre Kraft an sich halten; sie können die Heftigkeit ihrer Schläge nach Gutdünken erhöhen oder vermindern; aber worin sie streng und unabänderlich an ein Gesetz gebunden sind, das ist hinsichtlich der Richtung, nach welcher

hin sie die von ihnen erzeugten Ströme senden. Wenn nun auch nicht in Abrede gestellt werden dürfte, daß die eben erwähnte Unveränderlichkeit in der Stromrichtung durch eine bestimmte Einrichtung und Beschaffenheit der sogenannten electrischen Organe bedingt ist, so scheint mir hieraus doch noch nicht zu folgen, daß diese Werkzeuge als der erste bestimmende Grund für das Auftreten des Stromes selbst angesehen werden müssen. Die Formen von Thätigkeiten und die Aeußerungsweisen von Kräften sind in allen Fällen an gewisse materielle Bedingungen und im Gebiete des Organischen namentlich an bestimmte Gliederungsverhältnisse geknüpft, ohne daß deßhalb in letzteren die eigentliche Quelle dieser Kräfte und Thätigkeiten läge. Wenn die Bewegung eines körperlichen Gliedes auch ohne Zweifel vom Willen abhängig ist und die Ursache dieser Bewegung nicht im Gliede selbst liegt, so ist doch die Art dieser Bewegung durch dessen Organisation vorgeschrieben. Auf eine ähnliche Weise könnte es sich nun auch wohl mit der Unveränderlichkeit der Stromrichtung verhalten und dieselbe in einer bestimmten Gliederung des electrischen Organes ihren Grund haben. Die Luft in einem Hoboe erschüttert, bringt einen andern Ton hervor, als der ist, den sie in einer Clarinette veranlaßt und es hat in diesem Falle der wahrgenommene Tonunterschied offenbar seinen Grund einzig und allein in der Verschiedenheit der Gestaltung und Einrichtung der Instumente; ob gleich diese letzteren an und für sich selbst nicht die Ursache des Tones sind.

Bei dem Geheimniß, das dermalen noch die animalisch-electrischen Erscheinungen umgibt, müssen wir jede That-

sache, die in näherer oder fernerer Beziehung zu denselben steht, sorgfältigst benützen, in der Absicht, daraus ein Fünkchen Licht zur Aufhellung des dunklen Gegenstandes zu ziehen.

Es ist nun eine schon längst gemachte Erfahrung, daß die durch unsere Maschinen hervorgerufenen electrischen Gegensätze mit ungleich größerer Energie sich ausgleichen, als dieß diejenigen thun, welche durch die electromotorische Kraft gewöhnlicher volta'scher Vorrichtungen erregt werden. Eine Leidner Flasche z. B. entladet sich mit der größten Leichtigkeit durch das Wasser, während die gleiche Flüssigkeit der Wiedervereinigung der durch die Wirksamkeit einer hydroelectrischen Säule getrennten Electricitäten einen viel bedeutendern Widerstand entgegensetzt. Wir wissen auch, daß ein einziges Plattenpaar, wie groß dessen electromotorische Kraft und Flächeninhalt auch seyn mag, unvermögend ist, Erschütterungen im Menschen zu veranlassen und eben so bekannt ist, daß eine aus vielen Gliedern zusammengesetzte Säule kräftig physiologisch wirkt, wenn auch das Galvanometer in letzterer keinen stärkern Strom nachweisen sollte, als der ist, den die einfache Kette hervorbringt.

Es haben ferner die Forschungen der letzten Jahre uns die äußerst interessante Thatsache kennen gelernt, daß unter gegebenen Umständen durch eine einfache Kette die größten physiologischen Wirkungen hervorgebracht, mit einem winzigen Zinkkupferpaare z. B. Dutzende von Menschen beinahe zu Tod erschüttert, auch gewisse Lichterscheinungen und chemische Effekte verursacht werden können, welche wir nur an vielpaarigen Säulen wahrzunehmen gewohnt gewesen sind.

Ich habe hier namentlich die Wirkungen im Sinne,

die man durch eine Eisen- oder Stahldrahtbündel umschließende und den Strom einer Kette leitende Spirale im Augenblicke des Oeffnens des volta'schen Kreises erhält.

Wenn zwei Ströme die Nadel eines und eben desselben Galvanometers um eine gleiche Anzahl von Graden ablenken, so sagt man, daß jene in Bezug auf Quantität sich gleich seyen, das heißt in beiden Fällen die Mengen der im Galvanometerdrahte sich ausgleichenden Electricitäten einerlei Größe haben. Faraday, von dieser Annahme ausgehend, hat auf dem Wege des Versuches und der Rechnung bestimmt, daß während in einer geschlossenen Kette etwa drei und ein halber Gran Zinkes sich oxydiren, eben so viel Electricität in Umlauf gesetzt wird, als durch eine gewöhnliche electrische Batterie, die bis zum Maximum geladen wäre und aus zwei und einer halben Million Leidner Flaschen bestünde, jede mit einem Beleg von 284 Quadratzollen versehen. Die in einer derartigen Vorrichtung angehäuften Electricitäten würden bei ihrer Ausgleichung Hunderte, wo nicht Tausende von Menschen tödten können, aber nur einen Gran Wassers zersetzen und äußerst schwachen Magnetismus entwickeln. Die durch die Oxydation der wenigen Grane Zinkes hervorgerufenen electrischen Gegensätze sind aber nicht im Stande, während ihrer Ausgleichung im Menschen auch nur die leiseste Erschütterung zu veranlassen, während ihre chemischen und magnetischen Wirkungen denen der fraglichen Riesenbatterie gleich kommen.

Ich will gerne zugeben, daß mit Hülfe des Ohm'schen Gesetzes sowohl die Gleichheit der Wirkungen, welche in gegebenen Fällen Ketten und Säulen zeigen, als auch die

Verschiedenheit, welche unter andern Umständen zwischen der Wirksamkeit beider Arten von Vorrichtungen sich wahrnehmen läßt, erklärt werden können. Allein es will mir doch scheinen, daß es gewisse Phänomene gebe, welche aus dem Verhältniß des Leitungswiderstandes eines volta'schen Apparates zu seiner electromotorischen Kraft nicht ganz verständlich werden. Eine Grove'sche Säule z. B. entwickelt, wenn sie fünfpaarig ist, im Verhältniß zu dem Flächeninhalt ihrer Elemente das Maximum chemischer Kraft, während sie in dieser Beschaffenheit kaum merkliche physiologische Wirkungen hervorzubringen im Stande ist. Da, wie Faraday dieß durch seine neuesten Untersuchungen höchst wahrscheinlich gemacht hat, die Electrolyse auf einer ihr vorausgehenden Induktion beruhet und die Jone eines Electrolyten bis auf einen gewissen Grad polarisirt werden, d. h. einen bestimmten Grad von electrischer Spannung erlangen müssen, bevor sie sich chemisch von einander abtrennen; so sollte man vermuthen, daß eine Vorrichtung, welche in den Wassertheilchen das Maximum von electrischem Gegensatze, dessen sie fähig sind, hervorruft, die gleiche induktive Wirkung auch in den zwischen ihre Pole gestellten organischen Materien hervorbringen, folglich darin auch schon bedeutende Erschütterungen veranlassen würde. Wenn ich mich nicht sehr täusche, ist man in der That auch dieser Ansicht noch zu einer Zeit gewesen, wo das Ohm'sche Gesetz bereits bekannt war, und hat man viele Jahre lang behauptet, daß die physiologischen und chemischen Wirkungen einer Säule sich proportional seyen.

Ich gestehe aufrichtig, daß mir der Grund des frag-

lichen Wirkungsunterschiedes noch nicht recht klar ist eben so wenig als das Verhältniß, in welchem Stromintensität und Stromquantum zu einander stehen. Wie es sich aber auch damit verhalten mag, so viel ist gewiß, daß durch gehörige Vermehrung der Elemente einer Säule, die in letzterer auftretenden Electricitäten in einen solchen Zustand der Entgegensetzung gebracht werden können, daß die kleinsten Quantitäten derselben bei ihrer Ausgleichung die außerordentlichsten physiologischen Wirkungen hervorzubringen vermögen.

Eine ähnliche Erhöhung der physiologischen Wirksamkeit eines Stromes wird durch das Mittel volta'scher Induktion in Spiralen von vielen Windungen bewerkstelliget, und es lassen sich auf diesem Wege, wie es am allerauffallendsten der amerikanische Physiker Henry vor Kurzem gezeigt hat, mit einem einzigen Plattenpaare physiologische Effekte erhalten, die nicht nur mit denen einer viel hundertpaarigen Säule, sondern selbst mit dem Erschütterungsvermögen der riesenhaftesten electrischen Batterien verglichen werden können. Die eine oder die andere der angeführten Weisen: der volta'schen Electricität die Wirkungsform der gewöhnlichen Electricität zu geben, könnte nun vielleicht die Natur beim Gymnotus in Anwendung gebracht haben. Die höchst interessanten Resultate, welche der ausgezeichnete Berner Physiolog, Herr Professor Valentin, aus seinen neuesten anatomischen Forschungen über den letzt genannten Fisch erhalten hat, sind der Ansicht günstig, daß das große Erschütterungsvermögen dieses Thieres in einigem Zusammenhange stehe mit der ungeheuren Anzahl verschiedenartiger Schichten, aus welchen dessen electrisches Organ zusammengesetzt

ist, und die nach dem Schema der volta'schen Säule geordnet sind. Nach einer von Herrn Valentin mir mündlich gemachten Angabe, dürfte der fragliche Apparat allerwenigstens anderthalb Millionen solcher Alternationen enthalten.

Der Umstand, daß die Erschütterungen schon empfunden werden in den Augenblick, wo wir den Kopf und Schwanz des Fisches berühren, d. h. dessen volta'schen Kreis schließen, scheint ebenfalls dahin zu deuten, daß im Gymnotus die heftigen Wirkungen nicht durch Induktionsspiralen veranlaßt werden; denn würde dieses der Fall seyn, so müßte, sollte man denken, erst beim Wiedereröffnen des Kreises der Schlag stattfinden. Es ist mir durchaus unbekannt, ob man bei einem solchen Oeffnen schon Erschütterungen oder andere electrische Erscheinungen beobachtet hat, meine eigenen Versuche berechtigen mich nicht, dieß zu behaupten. Sollte aber das electrische Organ des Gymnotus wirklich eine aus Millionen von Plattenpaaren zusammengesetzte volta'sche Vorrichtung seyn, so müßte auch wohl beim Oeffnen derselben eben so wie beim Oeffnen der gewöhnlichen Säule ein Schlag bemerklich werden.

Die Erschütterung, welche man beim Oeffnen eines volta'schen Apparates empfindet, ist höchst wahrscheinlich die Wirkung eines secundären Stromes, in dem Augenblick in der Säule inducirt, wo in derselben der primitive Strom verschwindet; und da jener Oeffnungsschlag um so heftiger sich zeigt, je größer die Zahl der Glieder einer Säule ist, so dürften die letzteren ähnlich inducirend wirken, wie es die Wirkungen einer Metallspirale thun in dem Momente, wo in ihrer Nachbarschaft oder in ihnen selbst ein Strom

verschwindet. Gesagtes ist daher der Vermuthung nicht ganz ungünstig, daß einige der Wirkungen des Gymnotus dennoch mit volta'scher Induktion zusammenhängen dürften.

Physiker, welche künftighin an electrischen Fischen Versuche anstellen, würden sich, nach meinem Dafürhalten, ein nicht ganz geringes wissenschaftliches Verdienst erwerben, wenn sie mit Zuverläßigkeit ausmittelten: ob beim Oeffnen des thierisch-volta'schen Kreises electrische Erscheinungen auftreten oder nicht; denn sollte diese Frage bejahend beantwortet werden, so ist leicht einzusehen, daß hiedurch unsere Einsicht in die geheimnißvolle Wirkungsweise der Zitterfische um ein Namhaftes weiter geführt seyn würde.

Es sey mir gestattet, bevor ich meinen Gegenstand verlasse, über denselben noch einige allgemeine Betrachtungen anzustellen. Belebte Wesen sehen wir, ohne irgend eine Ausnahme Wärme in sich erzeugen; einige Thiere besitzen auch das Vermögen Licht zu entbinden, und man ist geneigt, die Ursache dieser Erscheinungen in chemischen und physikalischen Umständen zu suchen, unter welchen jene Phänomene auch im Gebiete der leblosen Welt auftreten. Da jeder Organismus eine Werkstätte ist, in welcher Stoffsveränderung, chemische Trennungen und Verbindungen ohne Unterlaß stattfinden, so sagt man, daß in diesen Vorgängen auch die Hauptquelle der organischen Wärme liege. Ich bin weit entfernt, chemische und physikalische Thätigkeiten aus dem Bereiche der belebten Natur verbannen und alle im diesem Gebiete stattfindenden Erscheinungen einzig nur aus sogenannten organischen Kräften ableiten zu wollen. Die organische Welt wurzelt so tief in der unorganischen,

und beide sind auf eine so innige Weise in einander verschlungen, daß jene ohne diese gar nicht gedacht werden kann. Es würde daher ein wahres Wunder seyn, wenn Kräfte, die eine allgemeine und durchgreifende Rolle in der unbelebten Natur spielen, einflußlos und ohne Bedeutung im Reiche des Organischen wären. Aus dieser innigen Verknüpfung scheint mir aber noch keineswegs mit Nothwendigkeit zu folgen, daß die Erscheinungen, welche beiden Gebieten gemeinschaftlich sind, in allen Fällen auf einerlei Weise veranlaßt worden. Wenn also z. B. bei jeder chemischen Verbindung Wärme sich erzeugt, und wenn es Thatsache ist, daß in den Thieren derartige Vorgänge ununterbrochen stattfinden, so geht hieraus nicht hervor, daß alle thierische Wärme eine chemische Quelle habe. Kann doch schon in der unorganischen Natur dieselbe Erscheinung durch die verschiedenartigsten Umstände hervorgerufen werden. Von dem Lichte und der Electricität, welche wir in den belebten Wesen auftreten sehen, läßt sich das Gleiche sagen.

Wer weiß es nicht, daß eine heftige Gemüthsbewegung augenblicklich den Kopf glühend machen, ein starker Schrecken Frost durch alle Glieder schicken kann, und meines Wissens entsprechen diesen entgegengesetzten Gefühlen auch verschiedene thermometrische Zustände der ergriffenen Körpertheile. Sollten nun derartige Erscheinungen ihren Grund etwa darin haben, daß die plötzlich gesteigerte oder geschwächte Nerventhätigkeit die chemischen Prozesse beschleuniget oder verlangsamt? Ich halte dieß nicht für wahrscheinlich; aber wenn dem selbst auch so wäre, so würde dieser augenblickliche Einfluß von Gemüths- und Nerven-

thätigkeit auf chemische Funktionen und somit auf Wärmeentbindung ausgeübt, nichts desto weniger eine äußerst bedeutungsvolle Thatsache seyn.

An Thieren, welche im lebenden Zustande leuchten, hat man, so viel ich weiß, ebenfalls die Beobachtung gemacht, daß der Grad der Lichtentwickelung mehr oder weniger von ihrer Willkühr abhängt, und daß namentlich auf sie einwirkende Reize äußerer und innerer Art einen sehr merklichen Einfluß auf das Leuchtvermögen dieser Geschöpfe ausüben. Diese Thatsache reiht sich meines Erachtens an die vorhin besprochenen an, und scheint auch ihrerseits darzuthun, daß in gegebenen Fällen die Entbindung des Lichtes, wie diejenige der Wärme von einer spontanen Thätigkeit, von einer Art seelischer Wirksamkeit bedingt werde.

Was die durch die Zitterfische hervorgebrachten electrischen Wirkungen betrifft, so ist, wie schon bereits bemerkt worden, es so gut als außer Zweifel gestellt, daß dieselben innerhalb gewisser Grenzen von der Willkühr dieser Thiere abhängen; und es böten sich somit in dem organischen Gebiete drei Reihen physikalischer Erscheinungen dar, welche in dem engsten Verbande mit der Nerventhätigkeit, oder, um noch weiter zurück zu gehen, mit dem Vermögen des Thierwillens stehen. Diese innige Verknüpfung, anscheinend so sehr verschiedener Agentien, deutet auf ein Naturgeheimniß hin, dessen Enthüllung dem menschlichen Geiste eben so schwer fallen dürfte, als dasselbe die wissenschaftliche Neugierde im allerhöchsten Grade reizen muß; denn in dem Zusammenlaufen dieser Thätigkeiten sehen wir Gebiete sich berühren, welche die Kurzsichtigkeit unseres Blickes

als unendlich weit aus einander liegend erscheinen läßt. Licht, Wärme und Electricität, dieses Kleeblatt mächtiger Naturgewalten, welches in die Welt der starren Materie Fluß und Bewegung bringt, können auch aus einer Quelle hervorsteigen, die dem Reiche des Freien und Lebendigen nahe liegt; können aus einer in ihren Aeußerungen sich selbst bestimmenden Kraft entspringen. Diesem Ragen und Wirken bewußter Thätigkeiten in die Welt des Körperlichen, Sicht- und Tastbaren herein, physischen Wirkungen hervorgebracht durch Lebenskräfte, wie auch der umgekehrten Seite dieser Verhältnisse begegnen wir übrigens nicht allein in den angeführten Fällen. Der Blick des unbefangenen Beobachters sieht täglich tausend Beispiele von dem innigen Wechselverhältniß, das zwischen dem Nothwendigen und Spontanen, dem Körperlichen und Geistigen besteht, und nimmt auf die mannigfaltigste Weise Erscheinungen wahr, deren Auftreten vollkommen unmöglich seyn würde, wenn wirklich zwischen den in dem organischen Gebiete herrschenden Kräften und den in der sogenannten unbelebten Materie wirksamen Gewalten die unübersteigliche Kluft befestiget wäre, von welcher eine einseitige Wissenschaft und beschränkte Köpfe schon so viel vorzubringen gewußt haben. Beweggründe anderer Art haben freilich auch dazu beigetragen und tragen immer noch dazu bei, daß ein so schwerer, den Fortschritt ächten Wissens so sehr hemmender und doch so leicht entdeckbarer Irrthum immer noch fortbesteht.

Die Naturforscher überhaupt und die Physiologen insbesondere, welche sich die Enthüllung der Geheimnisse des

Lebens zur Aufgabe gestellt haben, werden, fürchte ich, kaum über die Schaale der Erscheinungen hinaus kommen, wenn sie bei ihren empirischen Untersuchungen nicht fortwährend des obersten Grundsatzes ächter Naturforschung lebhaft eingedenk sind, des Grundsatzes nämlich, dessen Wahrheit keines weiteren Beweises bedarf, und welcher die vollkommenste Einheit der Natur behauptet.

Anzunehmen: daß es in dieser absolute Unterschiede gebe, daß in ihr unabhängig von — und beziehungslos zu einander Kräfte walten, Materien bestehen, Thätigkeiten stattfinden können, dürfte in naturwissenschaftlicher Hinsicht ungefähr eben so vernünftig und wahr seyn, als in dem religiös-philosophischen Gebiete die Annahme war, daß die Welt von einem Heere verschiedener Götter geleitet und beherrscht werde. Organisation und Thätigkeitsweise, Materie und Kraft, Lebendiges und Todtes, Freies und Nothwendiges, alles dieses steht im engsten Bunde, verläuft in einander, bedingt sich gegenseitig und quillt aus einem und demselben unendlichen Born. Und wenn uns die Natur, dem Raume und der Zeit nach, als in das Unendliche zersplittert, als ein zahlloser Haufen unzusammenhängender Einzelnheiten, als ein buntes Gemisch des Verschiedenartigsten erscheint, so ist dieß einzig und allein der argen Beschränktheit unseres Blickes beizumessen.

Jene größte aller Wahrheiten, obwohl von den Meisten nur dunkel geahnt, von wenigen erkannt und von vielen Weisen sogar als Unsinn verlacht, ist nichts destoweniger von jeher die Seele aller Naturforschung, die Mutter aller großen Entdeckungen, der Leitstern Keplers, Galiles, New-

tons, Herschels und aller wahren und ausgezeichneten Forscher gewesen, selbst wenn sie ihnen auch nicht deutlich bewußt gewesen seyn sollte. In dem bunten Wechsel der Erscheinungen das Bleibende und Unveränderliche, in der wirr aussehenden Masse von Thatsachen Einklang, Ordnung und Regel zu entdecken, das scheinbar Verschiedene und fremd und feindselig sich einander Gegenüberstehende, als an sich gleich und verwandt zu erkennen, in dem wilden Kampfe zerstörender Naturgewalten, wie in dem leisen Spiele langsam schaffender Kräfte, Eine Hand und Absicht, Ein Gesetz und Walten zu sehen, kurz die ganze Mannigfaltigkeit der Natur auf Eine Quelle und Ursache zurückzuführen; das war das Bestreben aller großen Denker, das hat sich die heutige Naturforschung als höchste Aufgabe gestellt, und diesem erhabenen Ziele sich möglichst zu nähern, danach werden auch in der Zukunft alle die Geister ringen, welche den beneidenswerthen Beruf und das unschätzbare Vorrecht erhalten: in den Gang der Entwickelung der menschlichen Intelligenz bestimmend einzugreifen und an der Enthüllung der Geheimnisse der Natur unmittelbar Theil zu nehmen.

Um nach dieser Abschweifung noch einmal auf den Gegenstand zurückzukommen, von dem wir ausgegangen, wollen wir in Bezug auf die electrischen Wirkungen der Zitterfische summarisch uns dahin aussprechen, daß nach unserm Ermessen die wahre Ursache derselben bis jetzt noch in vollkommenes Dunkel gehüllt ist, und weder in der physikalischen oder chemischen Beschaffenheit, noch in einer bestimmten Organisation gewisser Theile der fraglichen Thiere gesucht werden darf; daß aber, so wenig als wir auch der-

maken noch das Wie einzusehen vermögen, ein inniger Zusammenhang zwischen den von der Willkühr der Fische abhängenden Lebensthätigkeiten und den von jenen hervorgebrachten physikalischen Phänomenen bestehet.

Diese innige, zwischen der electrischen und vitalen Wirksamkeit stattfindende Beziehung wird uns wahrscheinlich erst dann etwas klarer werden, wenn wir die Natur der Electricität, die uns heute noch völlig räthselhaft ist, genauer kennen; wenn wir namentlich einmal wissen: ob dieselbe nur ein eigenthümlicher Zustand dessen ist, was wir Materie nennen; oder ob sie in eigenthümlichen Schwingungen des sogenannten Aethers besteht; oder aber ob man sie als eine primitive spezifische Naturthätigkeit, wie die Schwerkraft etwa, zu betrachten hat. So lange uns die wahre Einsicht in das Wesen der Electricität fehlt, so lange müssen uns nothwendig auch die verschiedenen Weisen ihrer Erregung gänzlich unbegreiflich seyn, und so lange werden wir namentlich über die Ursache der animalisch-electrischen Erscheinungen so gut als nichts zu sagen vermögen, selbst wenn die Anatomen und Physiologen den Bau der Zitterfische auch noch so genau erforscht und jedes ihrer Fäserchen und Nervchen haarscharf uns kennen gelernt hätten.

Da die electrischen Kräfte einen so mächtigen Einfluß auf thierische Wesen auszuüben, ja sogar in dem Erstorbenen wieder für kurze Zeit, wenn nicht das Leben selbst, doch wenigstens den Schein desselben zu erwecken vermögen; so haben sie auch mit großem Rechte die ganz besondere Aufmerksamkeit der Physiologen auf sich gezogen und zu der Vermuthung Anlaß gegeben, daß sie an den normalen Er-

scheinungen des thierischen Lebens einen wesentlichen Theil haben möchten. Diese Ansicht, schon vor einem halben Jahrhundert ausgesprochen, konnte nicht fehlen, die mannigfaltigsten Untersuchungen zu veranlassen, wobei es sich vorzugsweise um die Ausmittelung electrischer Thätigkeiten im lebenden Organismus handelte. Spuren von solchen sind allerdings in einigen Thieren, namentlich Fröschen, nachgewiesen worden; und in neueren Zeiten wollen Prevost und einige italienischen Naturforscher auch in höher organisirten Thieren und im Menschen selbst die Anwesenheit volta'scher Ströme entdeckt haben. Indessen ist in den meisten derartigen Angaben nicht allein der reine thierische Ursprung dieser Erscheinungen noch zweifelhaft, sondern es erscheint auch, wenn letztere nicht in Abrede gestellt wird, der Grad derselben so unbedeutend, daß er als ein Nichts verschwindet, wenn zusammengehalten mit dem Maaß der von den Zitterfischen gezeigten electrischen Wirksamkeit. Aus der scheinbaren Abwesenheit oder Geringfügigkeit der Electricität in der Mehrzahl der Thiere folgt indessen nicht, daß in ihnen dieses Agens keine oder nur eine unbedeutende Rolle spiele. Um dieß begreiflich zu finden, braucht man nur anzunehmen, daß die Electricität in volta'scher Form auftrete und die Ströme nach allen möglichen Richtungen im Körper verlaufen, ähnlich den Molecularströmen, welche die Ampere'sche Theorie im Eisen oder Stahl voraussetzt. Die Electricität in einem derartigen Zustande könnte natürlich dann weder Tensionserscheinungen, noch die electrodynamischen Wirkungen eines einzigen Stromes oder gleichgerichteter Ströme zeigen. Wäre die angeführte Voraussetzung

richtig, so müßten freilich lebende Thiere unter den Einfluß eines Magnets gestellt, selbst zu Magneten, das heißt ihre Molecularströme gleich gerichtet, also auch von diesen die Magnetnadel eben so, wie vom Eisen affizirt werden. Bis jetzt sind meines Wissens noch keine derartigen Versuche angestellt worden; denn um Ströme in den Organismen aufzufinden, hat man sich hauptsächlich nur des Galvanometers bedient.

Daß die Zitterfische durch ihr electrisches Vermögen vor allen andern Thieren sich so sehr auszeichnen, könnte möglicher Weise auch davon herrühren: daß, in Folge einer bestimmten Organisation, die der electrischen Polarisation fähigen Theile auf eine symmetrische Weise, das heißt so zusammen geordnet wären, wie man z. B. in einem erwärmten Turmalin die electrischen Pole seiner integrirenden Theile sich an einander gestellt denkt; während die organischen Molecüle der übrigen Thiere, obwohl electrische Gegensätze an sich entwickelnd, so bunt durch einander liegen, daß dadurch deren Wirkungen nach außen aufgehoben werden müssen.

Zur Nachweisung eines derartigen electrischen Zustandes fehlen uns bis jetzt noch alle Untersuchungsmittel, wenigstens sind mir keine bekannt.

Sey dem Allem aber nun, wie ihm wolle, die Hoffnung dürfen wir keineswegs aufgeben: auf dem Wege des Versuchs und der Beobachtung früher oder später zur Kenntniß des wahren Sachverhaltes zu gelangen, und zu erfahren: ob die Electricität auf dem Gebiete des Organischen nur als sekundäre Erscheinung auftritt, oder ob dieselbe auf